Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 3, Fall. 2018, p. 541-556

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۵۵۶-۵۴۱

مطالعه خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد جو (.*Hordeum vulgare* L) تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی

حمیدرضا کمیلی[1]- مسعود قدسی[2*]- پرویز رضوانی مقدم[3]- مهدی نصیری محلاتی[4]- محمدرضا جلال کمالی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۹

چکیده

این آزمایش با هدف مطالعه تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد جو در نظام تناوب زراعی گندم-جو در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گناباد و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به اجرا درآمد. البته این یک آزمایش ۵ ساله (۹۶-۱۳۹۱) است که در این بخش نتایج این نظام تناوب زراعی آورده شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای اصلی شامل روش‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح شامل: ۱- خاک‌ورزی متداول (شخم + دیسک + تسطیح + کاشت با بذرکار)، ۲- کم‌خاک‌ورزی (دیسک + کاشت با بذرکار) و ۳- بی‌خاک‌ورزی، (کاشت مستقیم با بذرکار .No Till) در کرت‌های اصلی قرار گرفت و فاکتور فرعی، میزان بقایای گیاهی در سه سطح (۱- بدون بقایا، ۲- حفظ ۳۰٪ بقایا و ۳- حفظ ۶۰٪ بقایا محصول قبلی، گندم) که به‌عنوان عامل کرت فرعی مد نظر قرار گرفت. صفات مورد مطالعه علاوه بر عملکرد بیولوژیک و دانه شامل خصوصیات شیمیایی خاک بود. نتایج نشان داد بیشترین میزان پتاسیم خاک از تیمار بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد و تحت تأثیر این تیمار میزان pH و EC خاک کاهش یافت. کارآیی مصرف عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در تیمار بی‌خاک‌ورزی بیشتر از تیمارهای دیگر خاک‌ورزی بود و برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی با صفر درصد بقایا بیشترین مقدار کارآیی زراعی نیتروژن را نشان داد. اثر تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر عملکرد بیولوژیک، دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار بی‌خاک‌ورزی و تیمار۳۰٪ بقایا به‌ترتیب با ۸۵۰۰ و ۸۳۹۸ کیلوگرم در هکتار و بیشترین عملکرد دانه (۵۲۲۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار صفر درصد بقایا حاصل شد. از طرف دیگر بیشترین عملکرد دانه (۳۸۹۷ کیلوگرم درهکتار) و شاخص برداشت (۴۹/۸ درصد) از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا حاصل شد. نتیجه اینکه افزایش میزان بقایای گیاهی تأثیر مثبتی بر کاهش EC خاک و افزایش میزان فسفر و پتاسیم خاک داشت و حذف عملیات خاک‌ورزی تأثیر منفی و معنی‌داری بر کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه جو نداشت.

واژه‌های کلیدی: بدون شخم، کارآیی، کشاورزی حفاظتی، شخم کاهش‌یافته، عملکرد

مقدمه

تداوم استفاده از عملیات زراعی متداول و آن هم متکی بر شخم فشرده، به‌ویژه وقتی که با حذف کامل یا سوختن بقایای گیاهان زراعی توام باشد، موجب فرسایش شدید خاک و انحطاط آن به‌عنوان تنها منبع تولید مواد غذایی شده است (Montgomery, 2007). در نظام‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، مخلوط نمودن بقایا با خاک سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، حفظ حاصلخیزی و رطوبت خاک، کاهش فرسایش و تبخیر بیش از اندازه می‌شود (All-Issa and Samarah, 2007). روش‌های خاک‌ورزی کاهش‌یافته به دلیل افزایش مواد آلی خاک، برهم‌زدن کمتر خاک و حفظ رطوبت بیشتر در خاک می‌تواند میزان فعالیت‌های زیستی و جمعیت‌های ریزجانداران خاک را افزایش دهد، هرچند پاسخ خاک به سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته منوط به یک دوران گذر است (Simmons and Coleman, 2008).

حجازی و همکاران (Hejazi *et al*., 2010) بیان داشتند که ترکیب بقایای گیاهی با خاک سبب بهبود خصوصیات فیزیکی،

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
۳- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵- استادیار پژوهش، محقق ارشد و مسئول دفتر مرکز سیمیت در ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: masoudghodsi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v16i3.55501

شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده که خود ظرفیت نگهداری آب خاک را از طریق کاهش تبخیر، افزایش می‌دهد. آزمایش صفری و همکاران (Safari *et al*., 2013) نشان داد، اثر بقایا در سطح ۵٪ و اثر روش‌های مختلف کاشت در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه گندم تأثیر معنی‌داری داشت، در حالی‌که اثر خاک‌ورزی بر عملکرد تأثیر معنی‌دار نداشته و معمولاً اثر خاک‌ورزی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این تغییر روند به‌آرامی صورت می‌پذیرد. لوپز و همکاران (Lopez *et al*., 2005) اظهار داشتند اثر بقایای گیاهی جو برای حفاظت از فرسایش بادی خاک در مناطق خشک بستگی به مدیریت و میزان تجزیه آن در خاک داشته و حفظ بقایا باید به نحوی باشد که بیشترین استفاده از لحاظ میزان و مدت زمان حفظ بقایا صورت پذیرد. در هر صورت افزایش مواد آلی خاک موجب افزایش میزان فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و کمک به تجزیه بقایای گیاهی می‌شود و وجود رطوبت کافی نیز در میزان تجزیه دخیل است.

در مطالعات مزرعه‌ای، کارآیی مصرف عناصر غذایی بر اساس اختلاف عملکرد محصول و یا جذب عنصر غذایی بین کرت‌های کود داده شده و شاهد و یا با استفاده از ایزوتوپ و کود محتوی عنصر غذایی نشان‌دار به‌دست می‌آید. بر این اساس تعاریف گوناگونی برای تخمین کارآیی و ارزیابی سرنوشت کودهای شیمیایی وجود دارد. هر یک از این شاخص‌ها قابلیت استفاده متفاوتی در تعیین کارآیی مصرف عناصر غذایی دارند (Novoa and Loomis, 1981).

زو و ون (Zhu and Wen, 1992) طی بررسی خود در محصولات زراعی گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa*) و ذرت (*Zea maize*) در چین اعلام نمودند که کارایی مصرف نیتروژن از ۲۸ تا ۴۱ درصد متغیر است. ران و جانسون (Raun and Johnson, 1999) کارایی مصرف نیتروژن را در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به‌ترتیب ۴۲ و ۲۹ درصد اعلام نمودند. بر اساس این مطالعه یک درصد افزایش در کارایی مصرف نیتروژن برای تولید جهانی غلات منجر به صرفه‌جویی ۲۳۴ میلیارد دلار در هزینه کودهای نیتروژنه خواهد شد. به گزارش ژائو و همکاران (Zhao *et al*., 2006) کارایی مصرف نیتروژن نظام تناوبی گندم-ذرت در شرایط مصرف بهینه نیتروژن ۹۵/۱ درصد بود در حالی‌که این کارآیی در شرایط نظام زراعی رایج با مصرف بالای کود نیتروژن تنها ۲۴/۵ درصد می‌باشد.

هینان و همکاران (Heenan *et al*., 1995) در بررسی اثرات خاک‌ورزی، تناوب زراعی و مدیریت بقایای گیاهی بر میزان کربن آلی و نیتروژن خاک به این نتیجه رسیدند که میزان کاهش کربن آلی و نیتروژن خاک در روش کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) و باقی گذاردن بقایای گیاهی کمتر از روش خاک‌ورزی مرسوم و دفن کامل بقایا می‌باشد. نتایج آزمایش علیجانی و همکاران (Alijani *et al*., 2010) نشان داد با افزایش مقادیر بقایا در تیمار کم خاک‌ورزی میزان درصد کربن آلی و نیتروژن خاک افزایش یافت.

همچنین در حدود دو سوم کود فسفاته جهان برای غلات به‌کار می‌رود (FAO, 2002). تحت شرایط مطلوب رشد در بیشتر محصولات کشاورزی تنها ۲۰ تا ۳۰ درصد کود فسفر مصرفی در طول یک فصل رشد بازیابی می‌گردد (Dobermann, 2007). ژیانگ و همکاران (Xiang *et al*., 2008) کارایی مصرف فسفر را به‌طور متوسط بین ۱۰ تا ۲۵ درصد اعلام نمودند. در ایران متأسفانه اطلاعات مکتوب و موثقی از میزان کارایی مصرف کودهای فسفاته و پتاسه گزارش نشده است. نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al*., 2007) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر عملکرد ذرت و خصوصیات خاک گزارش نمودند که در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول به‌ترتیب بیشترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته حاصل شد. همچنین مقدار پروتئین دانه، مواد آلی، پتاسیم و فسفر خاک پس از برداشت در تیمار حداقل خاک‌ورزی بیش از سایر تیمارها بود. در تیمار باقی گذاردن بقایا، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، پروتئین دانه و مواد آلی بیشتری حاصل شد. این تحقیق با هدف مطالعه تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر خصوصیات خاک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گناباد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی گناباد با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۶۰ متر از سطح دریا و با میانگین بارندگی ۱۶۰ میلی‌متر در سال در قالب سیستم تناوب زراعی گندم-جو و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به اجرا درآمد. این آزمایش بخشی از یک طرح ۵ ساله (۹۶-۱۳۹۱) است. طرح آماری مورد استفاده به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از:

الف) شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح شامل: ۱- خاک‌ورزی متداول (شخم + دیسک + تسطیح + ایجاد فارو + کاشت با بذرکار)، ۲- کم‌خاک‌ورزی (دیسک + ایجاد فارو + کاشت با بذرکار) و ۳- بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم با بذرکار .No Till) که در کرت-های اصلی قرار گرفتند.

ب) میزان بقایای گیاهی در سه سطح شامل: ۱- بدون بقایا، ۲- حفظ ۳۰٪ بقایا و ۳- حفظ ۶۰٪ بقایا که در کرت‌های فرعی قرار گرفت.

در تیمار میزان بقایا بر اساس تیمارهای تعریف شده ۳۰٪ و یا

۶۰٪ بقایای گیاه زراعی قبلی (گندم) بر روی سطح خاک حفظ شد. بدین صورت که با محاسبه میزان عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی قبلی، مقادیر متناسب بقایا با اعمال تیمارهای میزان بقایا بر روی سطح خاک به‌صورت ایستاده و پخش شده حفظ شدند. برای این منظور از طریق نمونه‌برداری (۵ کوادرات یک متر مربعی) از هر یک از کرت‌های اصلی مقدار بقایا تعیین و سپس برای تیمارهای مورد مطالعه بقایای اضافی از کرت‌های فرعی حذف شد. در روش کشت مستقیم (بی‌خاک‌ورزی) در زمینی که سال قبل گندم کشت شده بود و قبل از کشت هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی صورت نگرفته بود، با یک بار حرکت مستقیم بذرکار کشت مستقیم خطی‌کار (مدل برزگر همدانی) عمل کشت انجام گردید. در روش کم خاک‌ورزی از یک دستگاه دیسک استفاده شد و پس از تسطیح زمین برای کشت جو از بذرکار خطی‌کار استفاده شد. در روش مرسوم، شخم توسط گاوآهن برگردان‌دار انجام شد و سپس زمین دیسک زده شد و تسطیح گردید و سپس توسط بذرکار خطی‌کار کشت انجام شد. همچنین از رقم رایج و تجارتی جو نصرت که رقمی با پتانسیل عملکرد بالا، مقاوم به خوابیدگی و ریزش دانه، با عادت رشد بهاره و مخصوص کاشت در مناطق معتدل استفاده شد.

مساحت هرکرت فرعی معادل ۵۰۰ متر مربع (۵۰ ×۱۰ متر) و مساحت هر کرت اصلی ۴۵۰۰ متر مربع ((۵۰ ×۱۰) × ۹ متر) بود. میزان بذر لازم بر اساس وزن هزار دانه جو با تراکم بذر۴۵۰ دانه در مترمربع و به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. بذور جو قبل از کاشت با قارچ کش کاربوکسین–تیرام با دز مصرفی ۲ در هزار ضدعفونی شد.

میزان کود مصرفی بر اساس فرمول کودی ایستگاه و بر اساس نتایج تجزیه خاک و مطابق توصیه‌های بخش تحقیقات خاک و آب و به میزان ۱۰۰ کیلوگرم اوره (نیتروژن)، ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم (فسفر) و۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم (پتاسیم) همزمان با کاشت مصرف شد. کود سرک نیتروژنه به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در دو مرحله خاتمه پنجه‌زنی (دهه اول اسفند ۱۳۹۲) و مرحله ظهور برگ پرچم (دهه اول فروردین ۱۳۹۳) مصرف شد. عملیات کاشت آزمایش و اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۹۲/۸/۲۹ به روش بارانی صورت پذیرفت و آبیاری بر حسب نیاز گیاه و عرف معمول ایستگاه تحقیقات با فواصل آبیاری حدود ۱۰ روز تا تاریخ ۱۳۹۳/۳/۲ انجام شد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1– Physical and chemical properties of soil

زمان Time	pH	EC $ds\ m^{-1}$	T.N.V	N	O.C	Sand	Silt	Clay	P	K
			٪						ppm	
قبل از کاشت جو Before planting of barley	7.8	4.3	12.1	0.055	0.3	56.8	23.4	19.8	5.5	121.7
بعد از برداشت جو After harvesting of barley	7.9	3.5	11.6	0.040	0.28	58	24	20	7.17	120.8

نمونه‌برداری خاک پس از برداشت محصول جو و در تیرماه سال ۱۳۹۲ انجام شد بدین ترتیب که از نقاط مختلف هرکرت نمونه‌های خاک به تعداد سه نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر با کمک اوگر انجام شد و نمونه‌ها با یکدیگر مخلوط شد و نمونه مرکب به تعداد ۲۷ نمونه تهیه گردید. سپس در آزمایشگاه تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی خصوصیات شیمیایی خاک تعیین گردید. صفات کربن آلی خاک، میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین pH و هدایت الکتریکی (EC) اندازه‌گیری شد برای اندازه‌گیری میزان عناصر نیتروژن از روش کجلدال با استفاده از دستگاه کجلتک، فسفر از روش رنگ‌سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، پتاسیم از روش شعله‌سنجی با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر، برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج استفاده شد.

کارآیی مصرف نهاده‌ها از خارج قسمت عملکرد اقتصادی محصول زراعی Yeco بر حسب کیلوگرم ماده خشک در واحد سطح بر فراهمی نهاده مصرفی مثلاً نیتروژن فراهم شده (N supply = نیتروژن فراهم شده) در خاک که می‌تواند حاصل جمع نیتروژن حاصل از معدنی شدن نیتروژن آلی، نیتروژن کودی و نیتروژن موجود در خاک باشد بر اساس روش مول و همکاران (Moll *et al.*, 1982) به‌دست آمد:

NUE= Yeco / N supply

کارآیی سایر عناصر نیز به همین روال نیز محاسبه و به‌دست آمد. وزن خشک اندام‌های هوایی در مراحل نموی سنبلچه انتهایی (DM1)، گرده‌افشانی (DM2) و مرحله خمیری دانه‌ها (DM3) بدین ترتیب اندازه‌گیری شد که با استفاده از کادر یک متر مربعی به تعداد سه نمونه از هر کرت گرفته شد و پس از انتقال به آزمایشگاه داخل آوون با دمای ۷۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و

سپس نسبت به اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها اقدام شد. در طی دوره رشد و نمو گیاه از صفات فنولوژیک (تاریخ‌های سبز شدن، پنجه‌زنی، گرده‌افشانی، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک) و مورفولوژیک (ارتفاع بوته، طول سنبله با استفاده از خط‌کش، میزان خوابیدگی بوته‌ها) و اجزای عملکرد دانه شامل (تعداد سنبله در متر مربع با استفاده از کوادرات یک متر مربعی، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله با استفاده از ۲۰ سنبله تصادفی ابتدا با شمارش تعداد دانه‌ها و سپس وزن آنها به کمک ترازوی حساس و ثبت میانگین آنها) یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. پس از برداشت نمونه‌ها از سطح ۱۲ مترمربع (تعداد ۱۵ ردیف به طول ۴ متر)، ابتدا عملکرد بیولوژیک و سپس عملکرد دانه هر کرت توزین و ثبت شد و با اخذ یک نمونه تصادفی وزن هزار دانه نیز تعیین شد. برای مدیریت داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel و برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی خاک

اطلاعات جدول ۲ نشان داد اثر تیمار خاک‌ورزی بر هدایت الکتریکی (EC) و میزان پتاسیم خاک (K) در سطح احتمال ۱٪ و اسیدیته خاک (pH) در سطح ۵٪ معنی‌دار بود، ولی بر مقدار فسفر خاک معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد کمترین میزان pH و EC به‌ترتیب از تیمارهای خاک‌ورزی متداول و بی‌خاک‌ورزی حاصل گردید (جدول ۳). میزان پتاسیم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی قرار گرفت به نحوی که بیشترین مقدار پتاسیم خاک (۱۰۵/۳ Ppm) از تیمار بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد (جدول ۳).

همچنین نتایج نشان داد بیشترین میزان فسفر خاک از تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی به‌ترتیب با (۸/۰۸۹ Ppm) و (۷/۶۸۹Ppm) به‌دست آمد (جدول ۳). در نظام‌های خاک‌ورزی متداول و کم‌خاک‌ورزی، عناصر غذایی تجمع‌یافته در سطح خاک در اثر خاک‌ورزی و مخلوط شدن با خاک به میزان بیشتری در دسترس ریشه‌ها قرار می‌گیرد، در حالی‌که در نظام بی‌خاک‌ورزی، به‌طور مثال فسفر که عنصری کم‌تحرک است، در سطح خاک تجمع یافته و کمتر به محیط ریشه راه می‌یابد و در نهایت سبب کمبود این عنصر در گیاه و کاهش رشد آن می‌شود (Daneshvaran *et al*., 2009).

به‌علاوه نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر صفات مواد کل خنثی شونده (T.N.V)، نیتروژن (N)، کربن آلی (O.C)، نسبت کربن به نیتروژن (C/N) و فسفر (P) معنی‌دار نبود (جدول ۲). به هر حال مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین مقدار T.N.V و N از تیمار کم‌خاک‌ورزی، بیشترین مقدار N از تیمارهای خاک‌ورزی متداول و کم‌خاک‌ورزی و همچنین بیشترین میزان O.C و C/N از تیمار خاک‌ورزی متداول به‌دست آمد (جدول ۳). مادیجان و همکاران (Madejon *et al*., 2009) گزارش دادند که خاک‌ورزی حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم باعث افزایش مواد آلی خاک، میکروبیال، بیوماس کربن و فعالیت‌های آنزیمی در لایه‌های سطحی خاک می‌شود. در روش‌های بی‌خاک‌ورزی به دلیل بازگشت بقایای گیاهای به افق‌های سطحی خاک، افزایش میزان مواد آلی مشاهده می‌شود در حالی‌که در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم به هم خوردن خاک باعث تجزیه بیشتر و زودتر بقایای گیاهی شده که در نتیجه کاهش میزان مواد آلی را به همراه دارد (Bauer and Black, 1981) که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد. یکی از دلایل این مغایرت این است که این نتایج مربوط به سال‌های اول دوره گذار از کشاورزی متداول به حفاظتی می‌باشد و ممکن است در طی زمان و در انتهای دوره گذار تغییری در این نتایج حاصل شود.

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر مدیریت بقایا فقط بر EC در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۳). کمترین مقدار EC و بیشترین مقدار T.N.V و پتاسیم از تیمار۶۰٪ بقایا حاصل شد (جدول ۲). یعنی با افزایش میزان بقایای گیاهی گندم هدایت الکتریکی خاک کاهش و کل مواد خنثی‌شونده خاک افزایش یافت که مبین تأثیر مثبت بقایا بر بهبود خواص خاک می‌باشد. حجازی و همکاران (Hejazi *et al*., 2010) بیان داشتند که اختلاط بقایای گیاهی با خاک سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، حفظ قابلیت تولید خاک از طریق تجدید ذخایر عناصر خاک و حفظ آب خاک از طریق کاهش تبخیر بیش از اندازه می‌شود که با نتایج این تحقیق موافقت دارد. از طرف دیگر نتایج نشان داد بین تیمارهای مدیریت بقایای گیاهی تفاوت آماری معنی‌داری از نظر میزان pH، نیتروژن، کربن آلی، نسبت C/N، فسفر و پتاسیم وجود نداشت (جدول ۳). با این وجود نتایج مقایسه میانگین نشان داد، کمترین میزان pH از تیمار۳۰٪ بقایا و همچنین بیشترین میزان فسفر از تیمار۶۰٪ بقایا به‌دست آمد (جدول ۳). سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al*., 2014) عنوان کردند که برگرداندن بقایا حتی در مدت کوتاه دوره رشد گیاه توانسته است اثرات مثبتی بر خاک گذاشته و تا حدی باعث افزایش میزان عناصر شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

کارآیی مصرف و بهره‌وری عناصر غذایی

نتایج حاصل از داده‌های تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر کارآیی مصرف عناصر غذایی جو نشان داد فقط اثر خاک‌ورزی بر بهره‌وری زراعی پتاسیم و اثر مدیریت بقایا بر میزان فسفر خاک در

سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشـان داد بیشترین و کمترین میزان کارآیی مصرف برای تمام عناصر غذایی به‌ترتیب در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خـاک‌ورزی بـه‌دسـت آمـد. همچنین بیشترین کارآیی مصرف و کارآیی زراعـی عناصـر نیتـروژن، فسفر و پتاسیم از تیمار بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک تحت تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایا (میانگین مربعات)

Table 2- Results of analysis of variance of soil chemical properties under different tillage and residue treatments (mean of square)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	درصد % Ppm							
		اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	کل مواد خنثی شونده (TNV)[1]	نیتروژن (N)	کربن آلی (OC)	کربن/ نیتروژن (C/N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)
Replication تکرار	2	0.000	0.521*	0.140 ns	0.001*	0.007 ns	6.808*	5.268 ns	1025.778 ns
Tillage خاک‌ورزی	2	0.068*	1.174**	0.064 ns	0.0001 ns	0.002 ns	1.042 ns	14.299 ns	2835.444 *
error a خطا	4	0.004	0.036	0.273	0.0001	0.005	1.358	22.450	351.556
Residue بقایا	2	0.001 ns	0.848*	0.138 ns	0.0001 ns	0.0001 ns	0.272 ns	5.001 ns	312.444 ns
خاک‌ورزی× بقایا Tillage × Residue	4	0.016 ns	0.151 ns	0.060 ns	0.0001 ns	0.003 ns	0.442 ns	3.197 ns	165.889 ns
error b خطا	12	0.017	0.200	0.051	0.0001	0.004	2.206	4.661	660.907
ضریب تغییرات% Coefficient Variation (CV)		1.68	12.79	1.95	13.20	13.08	21.12	23.11	21.31

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and **, respectively, non-significant and significant are levels 5% and 1%

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایا بر خصوصیات شیمیایی خاک

Table 3- Effect of different tillage and residue treatments on chemical soil properties

تیمار خاک‌ورزی Tillage	pH	EC (dS.m^{-1})	T.N.V (%)	N (%)	O.C (%)	C/N (%)	P (Ppm)	K (ppm)
خاک‌ورزی متداول Conventional Tillage (CT)	7.800 b	3.911 a	11.59 a	0.042 a	0.296 a	6.526 a	5.733 a	105.3 b
کم‌خاک‌ورزی Reduced Tillage (RT)	7.811 b	3.348 b	11.72 a	0.042 a	0.270 a	6.316 a	7.689 a	116.6 ab
بی‌خاک‌ورزی No Tillage (NT)	7.956 a	3.238 b	11.57 a	0.038 b	0.273 a	6.370 a	8.089 a	140.1 a
تیمار بقایا Residue								
بدون بقایا (صفر) Without Residue (0%)	7.856 a	3.792 a	11.53 a	0.042 a	0.284 a	7.140 a	7.556 a	114.9 a
حفظ ۳۰ درصد بقایا Residue Retention of 30%	7.844 a	3.524 ab	11.58 a	0.041 a	0.281 a	7.128 a	7.644 a	120.4 a
حفظ ۶۰ درصد بقایا Residue Retention of 60%	7.867 a	3.180 b	11.77 a	0.040 a	0.273 a	6.833 a	6.311 a	126.7 a

میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 5% probability level.

1- Total Natural Volume

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و کارآیی مصرف و بهره‌وری عناصر غذایی جو تحت تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایا میانگین مربعات

Table 4- Results of analysis of variance of yield, nutrient use efficiency and nutrient productivity of barley under different tillage and residue treatments (mean of square)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	%		Ppm		کارآیی مصرف نیتروژن	بهره‌وری زراعی نیتروژن	کارآیی مصرف فسفر	بهره‌وری زراعی فسفر	کارآیی مصرف پتاسیم	بهره‌وری زراعی پتاسیم
		عملکرد دانه Grain yield	نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	NUE	NP	PUE	PP	KUE	KP
Replication تکرار	2	90600.259 ns	56.350*	81.560 ns	385.320 ns	5.571 ns	5.074 ns	10.825 ns	7.210 ns	8.958 ns	0.476 ns
Tillage خاک‌ورزی	2	455620.037 ns	10.078 ns	221.895 ns	8316.489 ns	28.557 ns	18.548 ns	53.883 ns	60.203 ns	45.458 ns	5.665*
error a خطا	4	312189.537	7.847	443.671	4858.750	19.099	13.216	36.774	16.813	31.403	1.226
Residue بقایا	2	130150.259 ns	0.158 ns	730.772 *	4077.970 ns	7.975 ns	5.581 ns	15.245 ns	42.453 ns	13.003 ns	0.991 ns
خاک‌ورزی× بقایا Tillage × Residue	4	104800.704 ns	14.624 ns	278.328 ns	2376.140 ns	6.380 ns	4.607 ns	12.586 ns	7.733 ns	10.404 ns	0.381 ns
error b خطا	12	206531.000	7.706	246.872	4280.206	12.551	8.557	24.513	18.211	20.674	1.096
ضریب تغییرات % Coefficient Variation (CV)	26	13.02	14.41	51.51	13.79	12.99	12.35	13.05	14.78	13.03	15.41

به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ ** و *، ns

ns, * and **, respectively, non-significant and significant are levels 5% and 1%

جدول ۵- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر کارآیی مصرف و بهره‌وری زراعی عناصر غذایی جو

Table 5- Effect of tillage treatments on nutrient use efficiency and nutrient productivity of barley

تیمار خاک‌ورزی Tillage	Nutrient use efficiency کارآیی مصرف			Nutrient productivity بهره‌وری زراعی		
	N	P	K	N	P	K
خاک‌ورزی متداول Conventional Tillage (CT)	24.4^{a}	28.7^{a}	7.096^{a}	28.0^{a}	38.9^{a}	35.^{8ab}
کم‌خاک‌ورزی Reduced Tillage (RT)	22.0^{a}	26.4^{a}	5.863^{a}	25.2^{a}	32.2^{a}	32.^{3b}
بی‌خاک‌ورزی No Tillage (NT)	24.6^{a}	31.5^{a}	7.391^{a}	28.6^{a}	39.7^{a}	36.6^{b}

میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 5% probability level.

بیشترین بهره‌وری زراعی نیتروژن و پتاسیم از تیمار صفر درصد بقایا و بیشترین بهره‌وری زراعی فسفر در تیمار ۳۰٪ بقایا مشاهده گردید. در تیمار مدیریت بقایا بیشترین مقدار کارآیی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمار صفر درصد و کمترین مقدار آنها برای نیتروژن و پتاسیم در تیمار ۶۰٪ بقایا مشاهده شد (جدول ۶). لازم به ذکر است استفاده یکسان از کودهای اوره، سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم باعث برابری کارآیی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمار خاک‌ورزی، حفظ بقایا و برهمکنش آن شد (جدول ۶).

اگرچه مقایسات میانگین تفاوت غیر معنی‌داری را نشان دادند با این وجود اختلافات عددی بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده شد. تیمار خاک‌ورزی متداول با صفر درصد بقایا با مقدار ۲۶/۱ بیشترین مقدار بهره‌وری زراعی نیتروژن و برهمکنش تیمار کم‌خاک‌ورزی با حفظ صفر درصد بقایا کمترین مقدار آن را نشان داد. همچنین بیشترین مقدار بهره‌وری زراعی پتاسیم و فسفر به‌ترتیب در تیمار برهمکنش بی‌خاک‌ورزی با صفر درصد بقایا و کمترین مقدار آن در برهمکنش تیمار کم‌خاک‌ورزی با ۶۰٪ بقایا بود (جدول ۷). همچنین نتایج نشان داد بیشترین میزان کارآیی مصرف عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی با صفر درصد بقایا

به‌دست آمد (جدول ۷). بدین ترتیب تغییر روش خاک‌ورزی از متداول به بی‌خاک‌ورزی موجب افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی جو شد که با نتایج زوو و ون (Zhu and Wen, 1992)، ران و جانسون (Raun and Johnson, 1999) و ژائو و همکاران (Zhao *et al.*, 2006) مطابقت دارد.

جدول ٦- اثر تیمارهای مدیریت بقایا بر کارآیی مصرف و بهره‌وری زراعی عناصر غذایی جو

Table 6- Effect of residue treatments on nutrient use efficiency and nutrient productivity of barley

مدیریت بقایا Residue	کارآیی مصرف Nutrient use efficiency N	P	K	بهره‌وری زراعی Nutrient productivity N	P	K
بدون بقایا (صفر) Without Residue (%0)	28.3[a]	39.4[a]	36.3[a]	24.6[a]	29.9[a]	7.005[a]
حفظ ۳۰ درصد بقایا Residue Retention of (30%)	26.9[a]	37.5[a]	34.5[a]	23.5[a]	30.4[a]	6.946[a]
حفظ ۶۰ درصد بقایا Residue Retention of (60%)	26.5[a]	36.9[a]	33.9[a]	23.0[a]	26.4[a]	6.411[a]

میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 5% probability level.

جدول ۷- برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر کارآیی مصرف و بهره‌وری زراعی عناصر غذایی جو

Table 7- Interaction effect between tillage and residue treatments on nutrient use efficiency and nutrient productivity of barley

اثر متقابل خاک‌ورزی در بقایا Tillage × Residue	کارآیی مصرف Nutrient use efficiency N	P	K	بهره‌وری زراعی Nutrient productivity N	P	K
خاک‌ورزی متداول + بدون بقایا (CTR_1)	29.8a	41.4a	38.10 a	26.1a	29.0ab	7.179ab
خاک‌ورزی متداول + حفظ ۳۰٪ بقایا (CTR_2)	28.2a	39.3a	36.13a	24.8a	31.1ab	7.433ab
خاک‌ورزی متداول + حفظ ۶۰٪ بقایا (CTR_3)	25.1a	36.1a	33.20a	22.4a	26.1ab	6.676ab
کم‌خاک‌ورزی + بدون بقایا (RTR_1)	24.7a	34.4a	31.70a	21.8a	27.3ab	5.882ab
کم‌خاک‌ورزی + حفظ ۳۰٪ بقایا (RTR_2)	25.6a	35.6a	32.73a	22.1a	29.0ab	6.343ab
کم‌خاک‌ورزی + حفظ ۶۰٪ بقایا (RTR_3)	25.4a	35.4a	32.60a	22.1a	22.8b	5.454b
بی‌خاک‌ورزی + بدون بقایا (NTR_1)	30.5a	42.4a	38.97a	25.7a	33.3a	7.954a
بی‌خاک‌ورزی + حفظ ۳۰٪ بقایا (NTR_2)	27.1	37.7a	34.63a	23.4a	31.0ab	7.115ab
بی‌خاک‌ورزی + حفظ ۶۰٪ بقایا (NTR_3)	28.2a	39.2a	36.07a	24.6a	30.3ab	7.103ab
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	5.8	8.8	8.09	5.2	7.6	1.862

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by DMRT at 5% probability level.

CTR_1: Conventional Tillage + Without Residue, CTR_2: Conventional Tillage + Residue Retention of 30%, CTR_3: Conventional Tillage + Residue Retention of 60%, RTR_1: Reduced tillage + Without Residue, RTR_2: Reduced tillage + Retention of 30%, RTR_3: Reduced tillage + Retention of 60%, NTR_1: No tillage + Without Residue, NTR_2: No tillage + Residue Retention of 30%, NTR_3: No tillage + Residue Retention of 60%

وزن خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات وزن خشک نشان داد که اثر تیمارهای خاک‌ورزی و بقایا بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۸). بدین معنی که از فاصله زمانی بین مراحل نموی سنبلچه انتهایی تا مرحله خمیری شدن دانه‌ها اختلافات آماری معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی موجود نبود. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بیشترین وزن خشک از تیمار خاک‌ورزی رایج وکم‌خاک‌ورزی و کمترین آن از تیمار بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد (شکل ۱).

همچنین از نظر تأثیر مدیریت بقایای گیاهی بر تولید و تجمع ماده خشک جو مشخص گردید که در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک جو بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در سطوح ۳۰ و صفر درصد بقایا به‌ترتیب با ۵۳۱ و ۵۰۸ گرم در مترمربع وکمترین آن از تیمار ۶۰ درصد بقایا با ۴۶۶ گرم بر مترمربع به‌دست آمد (شکل ۲).

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس صفات وزن خشک جو در مراحل مختلف نمو (میانگین مربعات)

Table 8- Analysis of variance of dry weight of barley in different development stages (mean of squares)

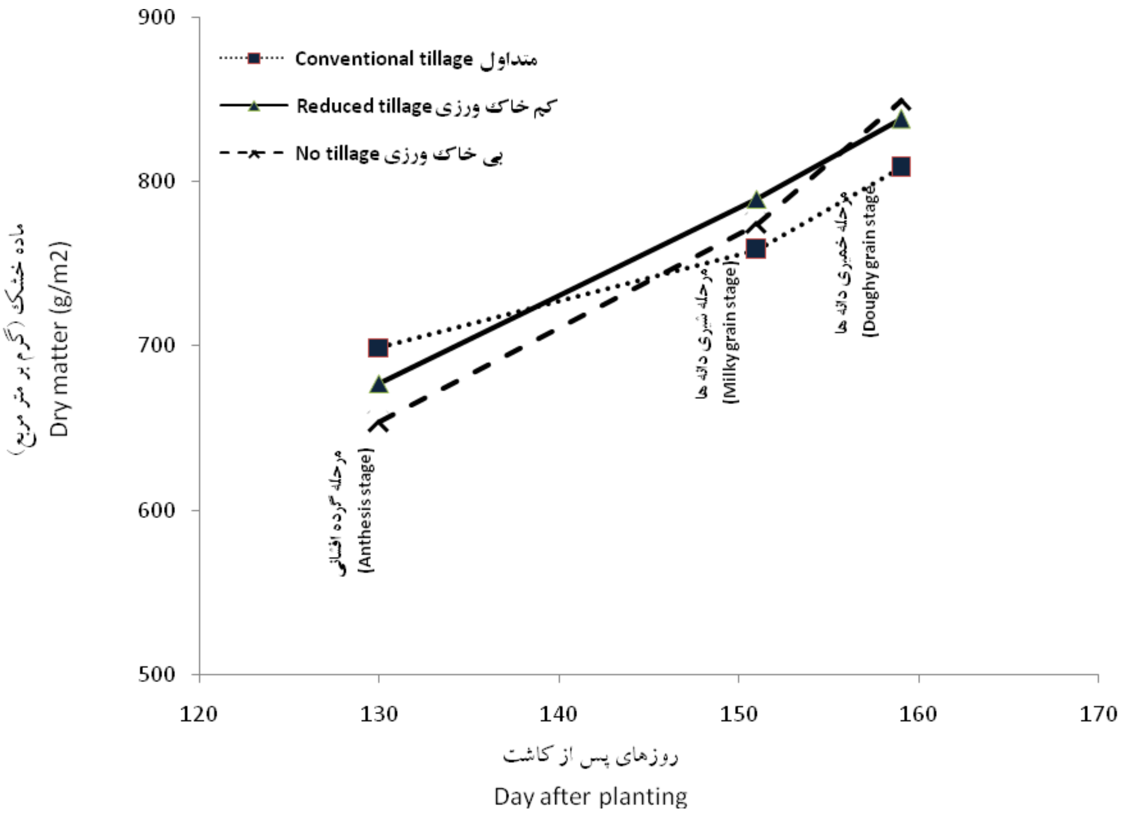
S.O.V	**d.f**	سنبلچه انتهایی **Terminal spikelet**	گرده‌افشانی **Anthesis**	مرحله خمیری دانه‌ها **Dough stage grain**
Replication تکرار	2	873.144 ns	11967.240 ns	1564.855 ns
Tillage خاک‌ورزی	2	154.761ns	6617.284 ns	1008.552 ns
error a خطا	4	1730.584	10186.762	34050.926
Residue بقایا	2	2669.446 ns	7379.063 ns	9813.137 ns
خاک‌ورزی× بقایا Tillage × Residue	4	1178.059 ns	4699.438 ns	34722.812 ns
error b خطا	12	2152.966	7789.331	15174.038
ضریب تغییرات% Coefficient Variation (CV)		24.94	21.81	19.53

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and **, respectively, non-significant and significant are levels 5% and 1%

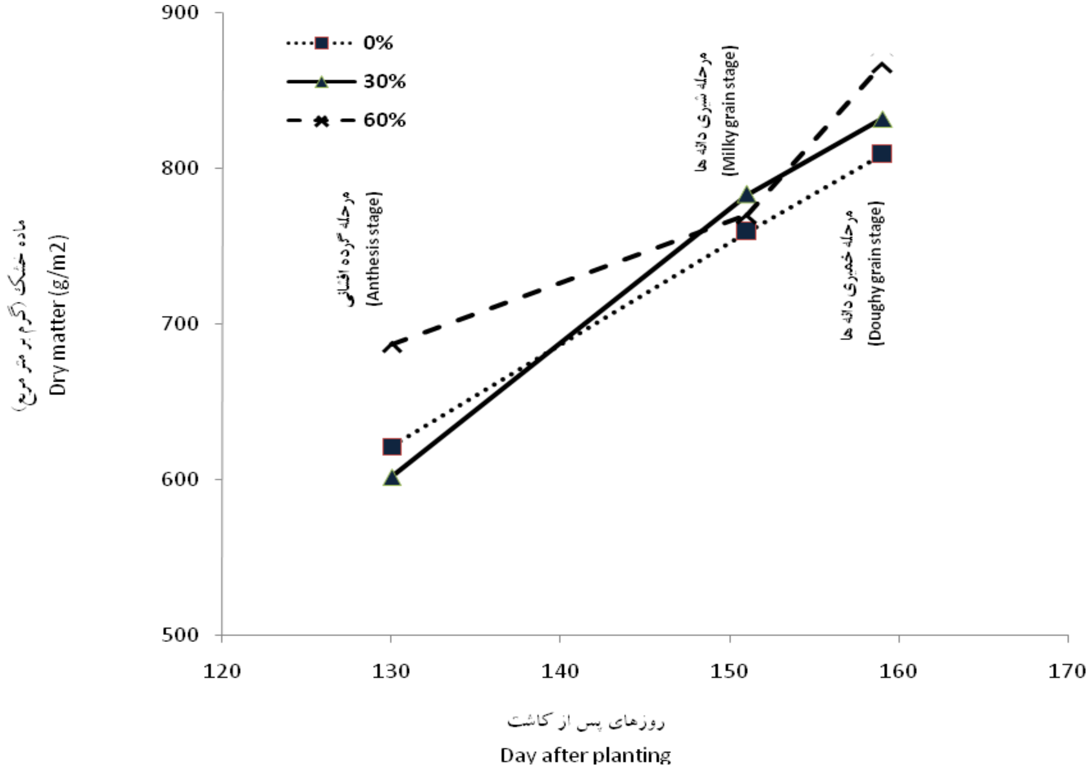
وزن خشک اندام‌های هوایی در مراحل نموی سنبلچه انتهایی، گرده‌افشانی، مرحله خمیری دانه‌ها

Shoot dry weight in the developmental stages of terminal spikelet, anthesis, dough stage grain



شکل ۱- اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر تولید و تجمع ماده خشک جو

Figure 1- Effect of different tillage methods on dry matter production and accumulation of barely



شکل ۲- اثر مقادیر مختلف بقایا بر تولید و تجمع ماده خشک جو

Figure 2- Effect of different rete of residue on dry matter production and accumulation of barely

در مراحل ابتدایی نمو تیمار میزان بقایا در سطوح ۶۰ و ۳۰ درصد بقایا با اندکی اختلاف کمتر از سطح صفر درصد بقایا بود و از اواخر مرحله خمیری تا رسیدگی فیزیولوژیک با شیب تندی افزایش یافت. از این موضوع می‌توان چنین نتیجه گرفت که وجود بقایای گیاهی بر روی سطح خاک در حساس‌ترین مرحله نموی جو (دوره پرشدن دانه) احتمالاً موجب فزایش رطوبت خاک و کاهش تبخیر از سطح خاک شده که نتیجه آن می‌تواند افزایش سطح فتوسنتزی و در نتیجه افزایش فتوسنتز باشد. کاوالاریس و جمتوس (Cavalaris and Gemtos, 2002) نیز وجود بقایا بر سطح خاک را مانعی برای رسیدن اشعه خورشید به سطح خاک دانستند که تبخیر آب را کاهش داده و در نتیجه سبب افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک می‌شود.

عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو معنی‌دار نبود (جدول ۹). نتایج تحقیقات بسیاری از محققان نیز این نتایج را تأیید می‌نماید که حذف عملیات شخم و اعمال کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی و همچنین حفظ مقادیر مختلف بقایای گیاهی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گندم نداشته است زیرا فایده اصلی شخم را کنترل علف‌های هرز عنوان نموده‌اند (Alijani *et al.*, 2010; Asadi and Hemat, 2002; Azadshahraki *et al.*, 2010). از طرف دیگر زیاوو و همکاران (Ziyou *et al.*, 2007) در آزمایش خود پی بردند که به‌کار بردن سیستم بدون عملیات خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول طی یک دوره ۶ ساله منجر به افزایش عملکرد گندم شد. در تحقیقات انجام شده توسط مالکا و بلچاسزیک (Malecka and Blecharczyk, 2008) مشخص شد که عملکرد دانه جو در شرایط شخم حداقل و بدون شخم نسبت به شخم متداول به‌ترتیب ۷ و ۱۲ درصد کمتر بود. آزاد شهرکی و همکاران (Azadshahraki *et al.*, 2010) عنوان کردند که تیمار خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته و تأثیری بر اجزای عملکرد نداشتند، همچنین تیمار مدیریت بقایا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای آن نداشتند.

نتایج آزمایش صفری و همکاران (Safari *et al.*, 2013) نشان داد، اثر بقایا در سطح ۵٪ و اثر روش‌های مختلف کاشت در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت، در حالی‌که اثر خاک‌ورزی بر عملکرد تأثیر معنی‌دار نداشته و معمولاً اثر خاک‌ورزی بر رشد محصول از طریق تغییر در خصوصیات خاک حاصل می‌شود که این تغییر روند به‌آرامی صورت می‌پذیرد.

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و خصوصیات زراعی جو تحت تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی (میانگین مربعات)

Table 9- Results of analysis of variance of yield and agronomic traits of barley under different tillage and rates of plant residue treatments (mean of squares)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS) عملکرد بیولوژیک Biologic yield	ارتفاع بوته Plant height	تعداد سنبله در متر مربع Number of spikes per m²	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	وزن هزار دانه 1000-grain weight
Replication تکرار	2	59314.5^ns	6.7^ns	451.4^ns	90600.3^ns	14.1^ns	14.9^ns	4.351^ns
Tillage خاک‌ورزی	2	2569541.8^ns	10.8^ns	1968.9^ns	455620.1^ns	0.5^ns	67.4^ns	28.545*
error a خطا	4	1666881.1	17.9	2039.7	312189.5	8.8	47.0	6.393
Residue بقایا	2	913139.2^ns	0.7^ns	2483.4^ns	130150.3^ns	82.9^ns	12.2^ns	1.478^ns
خاک‌ورزی× بقایا Tillage×Residue	4	1405483.6^ns	1.2^ns	1468.4^ns	104800.7^ns	24.4^ns	42.8*	20.684^ns
error b خطا	12	809729.3	16.3	1365.9	206531.0	35.2	11.1	9.863
Coefficient of Variation (CV%)		11.2	5.8	11.9	13.0	13.6	8.4	9.84

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and **, respectively, non-significant and significant are levels 5% and 1%

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشته است (جدول ۹). اثر متقابل تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر ارتفاع بوته نشان داد بیشترین ارتفاع بوته با (۷۰/۶۷ سانتی‌متر) از تیمار خاک‌ورزی متداول و بقایای صفر درصد و کمترین ارتفاع بوته با (۶۷/۳۳ سانتی‌متر) از تیمار بی‌خاک‌ورزی و بقایای صفر درصد به‌دست آمد (جدول ۱۳). در واقع میانگین ارتفاع بوته بین مقادیر مختلف بقایا در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با اینکه بین تیمارهای خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت، ولی برهمکنش خاک‌ورزی و سال معنی‌دار بود. این امر نشان می‌دهد که تأثیر تغییر عملیات خاک‌ورزی در دراز مدت، قابل مشاهده و ارزیابی است. صفری و همکاران (Safari *et al.*, 2013) گزارش نمودند که بیشترین ارتفاع بوته از تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و بقایای ۱۰۰ درصد و کمترین ارتفاع بوته در تیمار کم‌خاک‌ورزی و بقایای ۵۰ درصد به‌دست آمد.

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر ساده و متقابل خاک‌ورزی و میزان بقایا بر صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۹). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین عملکرد دانه از تیمار بی‌خاک‌ورزی و کمترین آن از کم‌خاک‌ورزی به‌ترتیب با ۳۵۶۵ و ۳۲۳۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۱۰). همچنین نتایج نشان داد با افزایش میزان بقایا از صفر به ۳۰ درصد عملکرد بیولوژیک به‌طور نسبی افزایش و در تیمار۶۰ درصد بقایا کاهش یافت و بیشترین مقادیر آنها از تیمار حفظ ۳۰ درصد بقایا با ۸۳۸۹ و کمترین آن با ۷۷۸۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۱۱). همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی در حفظ ۶۰ درصد بقایا با ۹۱۲۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تیمار کم‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا به با ۶۷۶۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۱۲). از طرف دیگر بیشترین عملکرد دانه از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا و کمترین آن از تیمار کم‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا به‌ترتیب با ۳۸۹۷ و ۳۱۶۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۱۲). بیشترین شاخص برداشت نیز از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا (با شاخص ۴۹/۸ درصد) حاصل شد (جدول ۱۲).

کاوالاریس و جمتوس (Cavalaris and Gemtos, 2002) نیز وجود بقایا بر سطح خاک را مانعی برای رسیدن اشعه خورشید به خاک دانستند که تبخیر آب را کاهش داده و در نتیجه سبب افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک می‌گردد و از این طریق می‌تواند بر افزایش قابلیت دسترسی گیاه به رطوبت خاک تأثیر مثبت داشته باشد. صفری و همکاران (Safari *et al.*, 2013) بین بقایای ۹۰٪ و ۴۵٪ و سطح بدون بقایا اختلاف معنی‌داری به‌دست آوردند و نتایج آنها نشان داد که در تمام عمق‌ها بالاترین درصد رطوبت مربوط به تیمار با بقایای۹۰

درصد بود. این بقایا مانند سدی در سطح خـاک عمـل کـرده و باعـث کاهش رواناب شده و همچنین باعث افزایش نفوذ آب در خاک شده و در نتیجه باعث افزایش میانگین رطوبت وزنی خاک می‌شـوند کـه بـا نتـایج آلگـر و همکـاران (Ulger *et al.*, 1993)، حیـدری و جعفـری (Heydari and Jafari, 2002) و عباسـی و همکـاران (Abbasi *et al.*, 2010) مطابقت دارد.

از طرف دیگر نتایج نشان داد اثر تیمارهای خـاک‌ورزی و میـزان بقایا بر تعداد سنبله در متر مربع معنـی‌دار نبـود (جـدول ۹). بیشـترین تعداد سنبله در متر مربع از تیمار بی‌خاک‌ورزی (۳۲۳ سنبله) و کمترین آن (۲۹۴ سنبله) از تیمار کم‌خـاک‌ورزی بـه‌دسـت آمـد (جـدول ۱۳). برهمکنش تیمارهای خـاک‌ورزی و میـزان بقایـا بـر تعـداد سـنبله در مترمربع نشـان داد، کـه بیشـترین تعـداد سـنبله در مترمربـع (۳۶۶/۷ سنبله) از تیمار کم‌خاک‌ورزی با صفر درصد بقایا به‌دست آمـد (جـدول ۱۲).

جدول ۱۰- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو

Table10- Effect of tillage treatment on biological and grain yield and harvest index

تیمار خاک‌ورزی Tillage	عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton.ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت HI (٪)
خاک‌ورزی متداول (Conventional Tillage)	8.234^{a}	3580^{a}	43.8^{a}
کم‌خاک‌ورزی (Reduced Tillage)	7.470^{a}	3234^{a}	43.7^{a}
بی‌خاک‌ورزی (No Tillage)	8.500^{a}	3656^{a}	43.3^{a}
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	1.690	731.3	3.9

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۱۱- اثر تیمارهای مدیریت بقایا بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو

Table 11- Effect of amount of residue treatment on biological and grain yield and harvest index

میزان بقایا Amount of Residue	عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton.ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت HI (٪)
بدون بقایا (صفر) Without Residue (0%)	7.752^{a}	3625^{a}	47.0^{a}
حفظ ۳۰ درصد بقایا Residue Retention of 30%	8.389^{a}	3450^{a}	41.3^{a}
حفظ ۶۰ درصد بقایا Residue Retention of 60%	8063^{a}	3395^{a}	42.5^{a}
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	0.924	466.8	6.1

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

جدول ۱۲- برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو

Table 12- Interaction effect between tillage and amount of residue treatment on biological yield, grain yield and harvest index

اثر متقابل تیمار خاک‌ورزی در بقایا Tillage * Residue	عملکرد بیولوژیک Biological yield (ton.ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest Index (%)
خاک‌ورزی متداول + بدون بقایا (CTR_1)	8.611^{a}	3811^{a}	44.2^{a}
خاک‌ورزی متداول + حفظ ۳۰٪ بقایا (CTR_2)	8.611^{a}	3611^{a}	41.9^{a}
خاک‌ورزی متداول + حفظ ۶۰٪ بقایا (CTR_3)	7.478^{ab}	3319^{a}	45.1^{a}
کم‌خاک‌ورزی + بدون بقایا (RTR_1)	6.767^{b}	3168 ^{a}	47.1^{a}
کم‌خاک‌ورزی + حفظ ۳۰٪ بقایا (RTR_2)	8.056^{ab}	3276^{a}	41.1^{a}
کم‌خاک‌ورزی + حفظ ۶۰٪ بقایا (RTR_3)	7.589^{ab}	3258^{a}	42.9^{a}
بی‌خاک‌ورزی + بدون بقایا (NTR_1)	7.878^{ab}	3897^{a}	49.8^{a}
بی‌خاک‌ورزی + حفظ ۳۰٪ بقایا (NTR_2)	8.500^{ab}	3464^{a}	40.8^{a}
بی‌خاک‌ورزی + حفظ ۶۰٪ بقایا (NTR_3)	9.122^{a}	3608^{a}	39.4^{a}
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	1.602	808.5	10.56

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

CTR_1: Conventional Tillage + Without Residue, CTR_2: Conventional Tillage + Residue Retention of 30%, CTR_3: Conventional Tillage + Residue Retention of 60%, RTR_1: Reduced tillage + Without Residue, RTR_2: Reduced tillage + Retention of 30%, RTR_3: Reduced tillage + Retention of 60%, NTR_1: No tillage + Without Residue, NTR_2: No tillage + Residue Retention of 30%, NTR_3: No tillage + Residue Retention of 60%

جدول ۱۳- اثر ساده و برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر صفات زراعی و اجزای عملکرد دانه

Table 13- Simple and interaction effect of tillage and amount of residue treatment on agronomic traits and grain yield components

تیمار خاک‌ورزی **Tillage**	**ارتفاع بوته** **Plant height (cm)**	**تعداد سنبله در متر مربع** **No. of spike/ square meter**	**تعداد دانه در سنبله** **No. of grain / spike**	**وزن دانه در سنبله** **Grain weight / spike (g)**	**وزن هزاردانه** **1000-grain weight (g)**
خاک‌ورزی متداول Conventional Tillage (CT)	70.3[a]	313.9[a]	42.7[a]	1.286[a]	29.9[b]
کم‌خاک‌ورزی Reduced Tillage (RT)	68.6[a]	294.3[a]	38.0[a]	1.229[a]	32.3[a]
بی‌خاک‌ورزی No Tillage (NT)	68.3[a]	323.3[a]	37.9[a]	1.272[a]	33.5[a]
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	5.5	59.1	8.9	0.349	3.8
تیمار بقایا Residue	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع No. of spike/ square meter	تعداد دانه در سنبله No. of grain / spike	وزن دانه در سنبله Grain weight / spike (g)	وزن هزاردانه Thousands grain weight (g)
بدون بقایا (صفر) Without Residue (0%)	68.8[a]	328.9[a]	39.8[a]	1.263[a]	31.6[a]
حفظ ۳۰ درصد بقایا Residue Retention of 30%	69.3[a]	306.1[a]	38.3[a]	1.236[a]	32.4[a]
حفظ ۶۰ درصد بقایا Residue Retention of 60%	69.1[a]	296.6[a]	40.6[a]	1.287[a]	31.8[a]
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	4.1	37.9	3.4	0.184	1.2
اثر متقابل خاک‌ورزی در بقایا Tillage × Residue	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد سنبله در متر مربع No. of spike/ square meter	تعداد دانه در سنبله No. of grain / spike	وزن دانه در سنبله Grain weight / spike (g)	وزن هزاردانه Thousands grain weight (g)
خاک‌ورزی متداول + بدون بقایا (CTR_1)	70.6[a]	325.0[ab]	43.8[a]	1.411[ab]	31.9[ab]
خاک‌ورزی متداول + حفظ ۳۰٪ بقایا (CTR_2)	70.0[a]	314.3[ab]	43.5[a]	1.354[ab]	31.1[ab]
خاک‌ورزی متداول + حفظ ۶۰٪ بقایا (CTR_3)	70.3[a]	302.3[ab]	40.9[ab]	1.093[b]	26.9[b]
کم‌خاک‌ورزی + بدون بقایا (RTR_1)	68.3[a]	295.0[ab]	40.5[ab]	1.267[ab]	31.2[ab]
کم‌خاک‌ورزی + حفظ ۳۰٪ بقایا (RTR_2)	69.0[a]	309.0[ab]	36.6[b]	1.136[ab]	31.1[ab]
کم‌خاک‌ورزی + حفظ ۶۰٪ بقایا (RTR_3)	68.3[a]	279.0[b]	37.1[b]	1.283[ab]	34.6[a]
بی‌خاک‌ورزی + بدون بقایا (NTR_1)	67.3[a]	366.7[a]	35.2[b]	1.112[b]	31.6[ab]
بی‌خاک‌ورزی + حفظ ۳۰٪ بقایا (NTR_2)	69.0[a]	295.0[ab]	34.9[b]	1.218[ab]	34.9[a]
بی‌خاک‌ورزی + حفظ ۶۰٪ بقایا (NTR_3)	68.7[a]	308.3[ab]	43.8[a]	1.486[a]	33.9[a]
کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD 5%)	7.2	65.8	5.9	0.318	5.6

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

CTR_1: Conventional Tillage + Without Residue, CTR_2: Conventional Tillage + Residue Retention of 30%, CTR_3: Conventional Tillage + Residue Retention of 60%, RTR_1: Reduced tillage + Without Residue, RTR_2: Reduced tillage + Retention of 30%, RTR_3: Reduced tillage + Retention of 60%, NTR_1: No tillage + Without Residue, NTR_2: No tillage + Residue Retention of 30%, NTR_3: No tillage + Residue Retention of 60%

به‌علاوه نتایج نشان داد بین تیمارهای خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی تفاوت آماری معنی‌داری از نظر وزن دانه در سنبله وجود نداشت، ولی برهمکنش خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر تعداد دانه در سنبله و همچنین اثر خاک‌ورزی بر وزن هزاردانه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۸). بیشترین تعداد دانه در سنبله (۴۳/۸۰) از برهمکنش تیمارهای خاک‌ورزی متداول با صفر درصد و بی‌خاک‌ورزی با ۶۰ درصد بقایا و وزن هزاردانه (۳۴/۹۳ گرم) از بی‌خاک‌ورزی با ۳۰ درصد بقایا و کمترین آن (۲۶/۹۰ گرم) از خاک‌ورزی متداول با ۶۰ درصد بقایا به‌دست آمد (جدول ۱۲).

علیجانی و همکاران (Alijani *et al.*, 2010) در رابطه با بررسی

تأثیر روش‌های خاک‌ورزی (متداول و کاهش‌یافته) و مقادیر بقایای گیاهی ذرت دانه‌ای (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم به این نتیجه رسیدند که روش‌های خاک‌ورزی بر تعداد سنبله در مترمربع و بقایای گیاهی بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت. حداکثر عملکرد دانه از تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته و تیمار بدون بقایا به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰۰ درصد بقایا نشان نداد و این موضوع خود تأییدی بر لزوم نگهداری بقایا در مزرعه جهت استفاده از منافع فراوان آن است. نتایج پژوهش امام و همکاران (Emam *et al*., 2002)، اسدی و همت (Asadi and Hemat, 2002) و باراکو و همکاران (Barraco *et al*., 2007) نیز همین نتایج را تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد بیشترین میزان پتاسیم خاک از تیمار بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد و تحت تأثیر این تیمار میزان pH و EC خاک نیز کاهش یافت. همچنین افزایش میزان بقایای گیاهی تأثیر مثبتی بر کاهش EC خاک و افزایش میزان فسفر و پتاسیم خاک داشت. از طرف دیگر کارآیی مصرف عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در تیمار بی‌خاک‌ورزی بیشتر از دیگر تیمارهای خاک‌ورزی بود و برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی با صفر درصد بقایا بیشترین مقدار کارآیی زراعی نیتروژن را نشان داد. اثر تیمارهای خاک‌ورزی و میزان بقایا بر عملکرد بیولوژیک، دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار بی‌خاک‌ورزی با ۸۵۰۰ و کمترین آن از کم‌خاک‌ورزی با ۷۴۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. همچنین نتایج نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک (۸۳۹۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار۳۰٪ بقایا و بیشترین عملکرد دانه (۵۲۲۴ کیلوگرم در هکتار) از تیمار صفر درصد بقایا حاصل شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی با حفظ۶۰٪ بقایا با ۹۱۲۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. از طرف دیگر بیشترین عملکرد دانه از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا با عملکرد ۳۸۹۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. نهایتاً بیشترین شاخص برداشت از برهمکنش تیمار بی‌خاک‌ورزی در سطح صفر درصد بقایا با ۴۹/۸ درصد حاصل شد. بنابراین با عنایت به نتایج این تحقیق تغییر روش خاک‌ورزی از متداول به کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی و حفظ بقایای گیاهی بر روی سطح خاک علاوه بر افزایش نسبی عملکرد موجب شد برخی از عناصر غذایی از جمله فسفر و پتاسم افزایش یابد و موجب افزایش کارآیی مصرف آنها نیز شد. هرچند به‌عنوان دستورالعمل فنی و توصیه به کشاورزان نمی‌توان به نتایج کوتاه مدت این تحقیق اکتفا نمود و تداوم این گونه تحقیقات لازم است.

References

1. Abbasi, F., Asoodar, A., and Sadatfar, M. 2010. Effect stem crusher and types of tillage on soil physical properties after harvest. Journal of Agricultural Engineering, Soil Science and Agricultural Machinery, Chamran University Press 33 (2): 25-38. Ahvaz Iran (in Persian).
2. Alijani, K. H., Bahrani, M. H., and Kazemeini, A. R. 2010. Effects of tillage methods and rates of corn residues on winter wheat yield and yield components and soil organic carbon and nitrogen in relay cropping. Pp. 2. In: Proceedings of 11^{th} Iranian Crop Science Congress. Tehran, Iran. (in Persian).
3. All-Issa, T. A., and Samarah, N. H. 2007. The effect of tillage practices on barley production under rainfed conditions in Jordan. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 2 (1): 75-79.
4. Asadi, A., and Hemat, A. 2002. Effect of tillage on yield management barley residue standing maize. Proceedings of Second National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Tehran, Iran. (in Persian).
5. Azadshahraki, F., Naghavi, H., and Najafinejad, H. 2010. Effect of tillage method and wheat residual management on some soil properties and grain corn yield in Kerman, Iran. Agroecology Journal 6 (2): 1-9.
6. Barraco, M., DÍaz-Zorita, M., and Duarte, G. 2007. Corn and soybean residue covers effects on wheat productivity under no-tillage practices. In Wheat Production in Stressed Environment. Buck, H.T., Nisi, J. E., and Salomón, N. (ed.), Springer Publisher, Netherlands p. 209-216.
7. Bauer, A., and Black, A. L. 1981. Soil carbon, nitrogen and bulk density comparison in two crop land tillage systems after 25 years and in virgin grassland. American Journal of Soil Science and Society 45: 1160-1170.
8. Cavalaris, C. K., and Gemtos, T. A. 2002. Evaluation of four conservation tillage methods in the sugarbeet crop. Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development Manuscript, LW 01 008, 6: 1-24.
9. Daneshvaran, Z., Esfahani, M., Payman, M., Rabiei, M., and Samiezadeh, H. 2009. Effect of seedbed preparation methods on grain yield, yield components and some growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop in paddy fields. Journal of Crop Production and Processing, Isfahan University of Technology, Iran. 12 (46):189-202. (in Persian with English abstract).
10. Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency-measurement and management. In Fertilizer Best Management

Practices. Proceedings of IFA International Workshop, 7-9 March 2007. Brussels, Belgium. p. 1-28.
11. Emam, Y., Kherdnam, M., Bahrani, M., Asad, M., and Ghadiri, H. 2000. The Effects of residue management on the grain yield and its components of winter wheat in continuous irrigated wheat cropping. Iranian Journal of Agriculture Science 31 (4): 839-850. (in Persian with English abstract).
12. FAO. 2002. Fertilizer use by crop. 5th ed. International Fertilizer Industry Association (IFA), International Fertilizer Development Centre (IFDC), International Potash Institute (IPI), Potash and Phosphate Institute (PPI), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
13. Heenan, D. P., Mcghie, W. J., and Thomson, F. M. 1995. Decline in soil organic carbon and total nitrogen in relation to tillage, stubble management and rotation. Australian Journal of Experimental Agriculture 34 (7): 877-884.
14. Hejazi, A., Bahrani, M. J., and Kazemini, S. A. 2010. Yield and yield components or irrigated rapeseed- wheat rotation as influenced by crop residues and nitrogen levels in a reduced tillage method. American-Eurasion Journal Agriculture and Environment Soil 8 (5): 502-507.
15. Heydari, A., and Jafari, A. 2002. Effect of maize residue management and tillage depth on wheat yield. Proceedings of Second National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Tehran, Iran. (in Persian).
16. Lopez, M. V., Arrue, J. L., Fuentes, J. A., and Moret, D. 2005. Dynamics of surface barley residues during fallow as affected by tillage and decomposition in semiarid Aragon (NE Spain). European Journal of Agronomy 23: 26-36.
17. Madejon, E., Murillo, J. M., Moreno, F., Lopez, M. V., Arrue, J. L., Alvaro-Fuentes, J., and Cantero, C. 2009. Effect of long-term conservation tillage on soil biochemical properties in Mediterranean Spanish areas. Soil and Tillage Research 105 (1): 55-62.
18. Malecka, I., and Blecharczyk, A. 2008. Effect of tillage systems: Mulches and nitrogen fertilization on spring barely (*Hordeum vulgare* L.). Agronomy Research 6 (2): 517-529.
19. Moll, R. H., Kamprath, E. J., and Jackson, W. A. 1982. Analysis and interpretation of is factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy Journal 74: 562-564.
20. Montgomery, D. R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. National Academy of Sciences of the USA 104: 13268-13272.
21. Najafinezhad, A., Javaheri, M. A., Gheibi, M., and Rostamia, M. A. 2007. Influence of tillage practices on the grain yield of maize and some soil properties in maize-wheat cropping system of Iran. Journal of Agriculture and Social Science 3 (3): 1813-2235.
22. Novoa, R., and Loomis, R. S. 1981. Nitrogen and plant production. Plant and Soil 58: 177-204.
23. Raun, W. R., and Johnson, G. V. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agronomy Journal 91: 357-363.
24. Safari, A., Asoudar, M. A., Ghasemi, M., Ghaseminejad, M., and Ebdali Mashadi, A. 2013. Effect of residue management, different conservation tillage and seeding on soil physical properties and wheat grain yield. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 23 (2): 49-59.
25. Simmons, B. L., and Coleman, D. C. 2008. Microbial community response to transition from conventional to conservation tillage in cotton fields. Applied Soil Ecology 40: 518-528.
26. Sohrabi, S. S., Fateh, A., Aynehband, A., and Rahnama, A. 2014. Assessment of nitrogen efficiency indices and variation in nutrients uptake of wheat influenced by crop residue management and different nitrogen fertilizer sources. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science 24 (3): 17-33. Tabriz, Iran. (in Persian with English abstract).
27. Ulger, P., Arin, S., and Kayioglu, B. 1993. Effect of different tillage methods on sunflower and some soil properties and energy consumption of these tillage methods. The American Marketing Association 24 (3): 59-62.
28. Xiang, Y., Ji-yun, J., Ping, H., and Ming-zao, L. 2008. Recent advances on the technologies to increase fertilizer use efficiency. Agriculture Science in China 7: 469-479.
29. Zhao, R. F., Chen, X. P., Zhang, F. S., Zhang, H., Schroder, J., and Romheld, V. 2006. Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. Agronomy Journal 98: 935-945.
30. Zhu, Z. L., and Wen, Q. X. 1992. Soil nitrogen in China. Jiangsu Science and Technology Press, Jiangsu. Pp. 228-231.
31. Ziyou, S. U. A., Zhang, J., Wu, W., Cai, D., Jiang, G., Huan, J., Gao, J., Hartmann, R., and Gabriels, D. 2007. Effects of conservation tillage practices on winter wheat water use efficiency and crop yield on the Loess Plateau, China. Agricultural Water Management 87: 307-314.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 3, Fall. 2018, p. 541-556

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۵۵۶-۵۴۱

Study of Soil Characteristics, Yield and Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.) under Different Tillage Methods and the Rate of Crop Residues

H. R. Komeili[1]- M. Ghodsi[2*]- P. Rezvani Moghaddam[3]- M. Nassiri Mahallati[3]- M. R. Jalal Kamali[4]

Received: 24-04-2016
Accepted: 30-12-2017

Introduction

The study carried out to measure the impact of different tillage methods and the rate of crop residue on soil characteristics, yield and yield components of barley. Excessive traditional tillage and residue removal practices caused to soil erosion and physical, chemical and biological degradation. As a result, improved or new varieties of crops (such as barley) as well as the use of other inputs are not able to deliver their potential contribution. Recently, many concerned farmers have begun to adopt and adapt improved crop management practices that lead towards the ultimate vision of sustainable farming. The term Conservation Agriculture (CA) removes the emphasis from the tillage component and addresses an enhanced concept of the complete agricultural system; it involves major changes in many aspects of the farm cropping operation. Normally starting CA with reduced or zero tillage, it progresses to the retention of adequate levels of crop residue on the soil surface, then to appropriate crop/cultivar selection and rotations.

Materials and Methods

This experiment using a split-plot design based on randomized complete block with 3 replications was conducted at agricultural research station of Gonabad during 2012-13 growing seasons. Main factor was 3 tillage methods (conventional tillage (CT), reduced tillage (RT) and no tillage (NT)) allocated to main plots and 3 residue management (Zero (R0), 30% (R1) and 60% (R2) of residue retention) were assigned in sub plots.

Results and Discussion

Results showed that the highest level of potassium (K) was obtained from (NT) treatment and under this treatment the amounts of pH and EC were decreased. In addition, under residue management treatments the amounts of EC was decreased and the amounts of phosphorus (P) and K were increased. Furthermore, the nutrition use efficiency (NUE) of nitrogen (N), P and K, were higher in NT treatment in comparison with the other tillage treatments. Interaction effects of NT with 0% of residue (R0) had higher level of agronomic efficiency of nitrogen. On the other hand, different tillage methods and the rate of residue management had no significant effects on biological yield (BY), grain yield (GY), and harvest index (HI). The highest and the lowest level of BY were obtained from NT (8500 kg. ha^{-1}) and RT (with 7470 kg. ha^{-1}) treatments, respectively. The highest amount of BY (8398 kg. ha^{-1}) were obtained from retention of 30% residue (R1) and the highest amount of GY (5224 kg. ha^{-1}) from R0 treatment. The highest BY (9122 kg. ha^{-1}) were obtained from NT + retention of 60% residue treatment (R2). The highest of GY (3897 kg. ha^{-1}) and harvest index (HI) were related to NT + R0

1- Post graduate (PhD) of International Campus, Faculty of Agriculture, Ferdwosi University of Mashhad
2- Associate Professor of Agronomic-Horticulture Science Research Division, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Recourses Research and Education Center, Agriculture Research, Education and Extinction Organization (AREEO)
3- Professor of Faculty of Agriculture, Ferdwosi University of Mashhad
4- Principal Scientist, Wheat Breeder, CIMMYT branch center in Iran
(*- Corresponding Author Email: masoudghodsi@yahoo.com)

treatments. Finally, change in tillage method from conventional to conservation (no tillage) had no significant effects on yield and yield components of barley. Moreover, increasing of crop residue had positive effect on increasing amount of P and K and decreasing of soil EC.

Key words: Conservation agriculture, Efficiency, No tillage, Reduced tillage, Yield